

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECRETARIA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MEDICAS Y NUTRICION
SALVADOR ZUBIRAN**

**APLICACION CLINICA DE LA SATURACION VENOSA CENTRAL DE
OXIGENO EN PACIENTES HEMODINAMICAMENTE INESTABLES**

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA
EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO**

AUTOR:

DR. LUIS ANTONIO ENAMORADO VAQUERO

TUTOR:

DR. JOSÉ ÁNGEL BALTAZAR TORRES.

INCMNSZ

MÉXICO, D.F

OCTUBRE 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PAGINAS
1. RESUMEN	1
2. PROBLEMA	2
3. ANTECEDENTES CIENTIFICOS	3
4. OBJETIVOS	5
5. HIPOTESIS	6
6. JUSTIFICACION	7
7. MATERIAL Y METODOS	8
8. RESULTADOS	12
9. DISCUSION	15
10. CONCLUSIONES	17
11. ANEXOS	18
12. BIBLIOGRAFIA	30

RESUMEN

INTRODUCCION: La saturación venosa central de oxígeno (SvcO₂) se puede utilizar para monitorizar la perfusión tisular. Se ha reportado falta de correlación entre los valores de la saturación venosa mezclada (SvmO₂) y de la SvcO₂^{13, 14} por lo que algunos autores no recomiendan sustituir SvmO₂ por la SvcO₂.¹⁶ El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar cual es el papel de la SvcO₂ en el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes con inestabilidad hemodinámica.

MATERIAL Y METODOS: Prospectivo, transversal, descriptivo observacional. Se incluyeron los pacientes que ingresaron a la UCI con inestabilidad hemodinámica. Se registraron los siguientes datos: género, edad, tipo de choque, gravedad de la enfermedad evaluada mediante la escala APACHE II, tiempo de estancia en la UCI y defunción. Se tomaron simultáneamente muestras sanguíneas para SvmO₂ y SvcO₂. El nivel de significancia fue de 0.05 y el poder de 0.8 para identificar una diferencia de $2.8 \pm 8.4\%$ ¹⁶.

RESULTADOS: Se estudiaron 29 pacientes, 9 del sexo femenino y 20 del masculino, con edad promedio de 60.45 ± 16.91 años. 58.62% cursaron con choque cardiogénico y 41.38% con choque séptico. El promedio de la calificación en la escala APACHE II fue de 17.28 ± 6.61 puntos, la estancia promedio en la UCI de 18.34 ± 16.90 días y la mortalidad de 24.14% (7/29). Se analizaron 127 pares de mediciones simultáneas de la SvmO₂ y de la SvcO₂. 63 en pacientes con choque cardiogénico y 64 en sépticos. Se encontraron diferencias clínicamente significativas sólo para el índice de consumo de oxígeno ($IVmO_2 = 120.36 \pm 42.32$ mL/min/m² vs $IVcO_2 = 109.29 \pm 44.19$ mL/min/m², $p < 0.05$). Las saturaciones venosas de oxígeno son menores conforme disminuye el IC. La SvcO₂ mostró una buena correlación con la SvmO₂, con $r = 0.82$ ($p < 0.05$). El IC tiene una correlación positiva débil con la SvmO₂ ($r = 0.22$, $p = 0.08$) y una correlación negativa débil con la SvcO₂ ($r = -0.06$, $p = 0.62$).

CONCLUSION: La SvcO₂ puede sustituir a la SvmO₂ cuando se utiliza como parámetro único pero no cuando se utiliza para calcular parámetros de transporte de oxígeno.

PROBLEMA

¿Es útil la medición de la $SvcO_2$ para el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes hemodinámicamente inestables?

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La función principal del sistema cardiovascular es proporcionar un aporte adecuado de oxígeno a los tejidos para satisfacer sus necesidades metabólicas.

El choque se caracteriza por disminución de la perfusión tisular que condiciona una deuda de oxígeno a los tejidos y ocurre cuando el sistema cardiovascular no es capaz de satisfacer las demandas metabólicas de estos. La persistencia del choque y de la hipoxia tisular son contribuyentes importantes para el desarrollo de disfunción orgánica múltiple y muerte.¹

El monitoreo de la perfusión tisular permite evaluar la gravedad de la disfunción cardiovascular y el efecto del tratamiento instituido. Existen múltiples parámetros clínicos y bioquímicos para monitorizarla, entre los que se encuentran la diuresis, el estado de alerta, el tiempo de llenado capilar, el nivel de lactato en sangre arterial, la tonometría gástrica, la saturación venosa mezclada de oxígeno (SvmO₂), etc.^{1,2}

La SvmO₂ ha mostrado tener una correlación directa con el gasto cardiaco³⁻⁵ y se ha propuesto como un parámetro confiable para monitorizar la perfusión tisular en diferentes grupos de pacientes con disfunción cardiovascular.^{6,7} Sin embargo, su determinación requiere la colocación de un catéter de flotación en la arteria pulmonar para la toma de muestras de sangre venosa mezclada, con los riesgos inherentes a la cateterización del corazón derecho.

Por ello, se ha propuesto utilizar la saturación venosa central de oxígeno (SvcO₂) para monitorizar la perfusión tisular. La SvcO₂ puede determinarse en muestras de sangre de la vena cava superior o la aurícula derecha, las cuales se obtienen con menos riesgo a través de un catéter venoso central.⁸

El monitoreo de la SvcO₂ se ha aceptado como un equivalente de la SvmO₂ y forma parte de protocolos de manejo dirigido a objetivos en pacientes con disfunción cardiovascular por trauma, sepsis o en el postoperatorio de cirugía cardiaca.⁹⁻¹²

No obstante, existen estudios que analizan los valores de la SvmO₂ y de la SvcO₂ y han reportado falta de correlación entre ambos.^{13, 14} Posibles explicaciones para este fenómeno son el hecho de que la relación entre estos valores cambia conforme se modifica el estado hemodinámico de los pacientes

¹⁵ y quizá también influya la causa de la disfunción cardiovascular (sepsis, isquemia miocárdica, etc.)

Por otro lado, también se ha observado que aunque los valores de las saturaciones venosas mezclada y central de oxígeno tengan buena correlación en pacientes hemodinámicamente inestables, los parámetros calculados que utilizan la saturación venosa para su determinación muestran resultados significativamente diferentes cuando se utiliza uno u otro valor, por lo que los autores de algunos estudios no recomiendan sustituir la $SvmO_2$ por la $SvcO_2$.¹⁶ Estos resultados discordantes dejan dudas en cuanto a considerar como equivalentes los valores de la $SvmO_2$ y de la $SvcO_2$, por lo que son necesarios más estudios en grupos diferentes de pacientes con inestabilidad hemodinámica para determinar el papel de la $SvcO_2$ en el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes con disfunción cardiovascular.

OBJETIVO

Determinar el papel de la SvcO₂ en el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes con inestabilidad hemodinámica.

HIPOTESIS GENERAL

La SvcO₂ es útil para el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes hemodinámicamente inestables.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Términos matemáticos:

A = SvcO₂.

B = SvmO₂.

Alternativa:

A = B.

Nula:

A ≠ B.

JUSTIFICACION

El monitoreo de los pacientes hemodinámicamente inestables implica la vigilancia de la perfusión tisular. Varios parámetros clínicos y bioquímicos han sido utilizados con esta finalidad. En años recientes, el monitoreo de la SvmO₂ ha vuelto a ganar aceptación como parte de la evaluación hemodinámica en este grupo de enfermos. Sin embargo, su medición implica el uso de dispositivos invasivos, con el incremento inherente en el riesgo de complicaciones para el paciente. Esto ha alentado el uso de la medición de la SvcO₂ con este fin, cuyos valores se han considerado equivalentes a los de la SvmO₂. Sin embargo, aún es controversial si los valores de ambas mediciones deben considerarse equivalentes, por lo que pensamos que la investigación para aclarar este punto debe continuar.

MATERIAL Y METODOS

Tipo de estudio

Prospectivo, transversal, descriptivo, observacional.

Ambito geográfico

Unidad de Cuidados Intensivos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, SSA. México, D. F.

Límite en tiempo

1 de mayo de 2005 al 30 de septiembre de 2006.

Población de estudio

Pacientes con inestabilidad hemodinámica.

Se considerará inestabilidad hemodinámica de acuerdo a los siguientes criterios: tensión arterial sistólica <90 mmHg y/o tensión arterial media <60 mmHg y/o uso de aminas vasopresoras (dopamina >5 µgr/Kg/minuto o norepinefrina a cualquier dosis) y/o uso de aminas inotrópicas a cualquier dosis.

Tamaño de la muestra

Utilizamos un procedimiento para el cálculo del tamaño de la muestra para comparar medias de grupos pareados. El nivel de significancia fue de 0.05 y el poder de 0.8 para identificar una diferencia de $2.8 \pm 8.4\%$ ¹⁶. Un total de 73 muestras pareadas son necesarias.

Procedimiento para obtener la muestra

Todos los pacientes que ingresen a la UCI con inestabilidad hemodinámica o que la desarrollen durante su estancia en la misma serán considerados como candidatos para ingresar al estudio. Aquellos que cumplan con los criterios de selección serán incluidos en la muestra.

Criterios de inclusión

Ambos géneros.

Mayores de 18 años.

Ingresados a la UCI.

Inestabilidad hemodinámica por cualquier causa.

Con catéter de flotación en la arteria pulmonar.

Con catéter venoso central en la vena cava superior.

Criterios de exclusión

Comunicación interauricular.

Comunicación interventricular.

Conducto arterioso persistente.

Fístulas arteriovenosas.

Criterios de eliminación

Se eliminaron las mediciones incompletas.

Técnica para controlar la diferencia entre los sujetos

El sujeto como su propio control.

Técnica para controlar la diferencia situacionales

Mantenerlas constantes.

Descripción del programa de trabajo

Una vez ingresado el paciente al estudio, se registrarán los siguientes datos demográficos y clínicos: género, edad, tipo de choque, gravedad de la enfermedad evaluada mediante la escala APACHE II, tiempo de estancia en la UCI y defunción. Se corroborará la adecuada posición de los catéteres; mediante el análisis de las curvas de presión y radiografía de tórax portátil en el caso del catéter de flotación en la arteria pulmonar y mediante radiografía de tórax portátil en el caso del catéter venoso central. El extremo distal del catéter de flotación deberá estar en la arteria pulmonar, dos centímetros a la derecha o izquierda de la línea medioesternal. El extremo distal del catéter central deberá estar en la vena cava superior.

Se tomarán simultáneamente muestras sanguíneas (1-3 cc) a través del puerto distal del catéter de flotación (sangre venosa mezclada) y a través del catéter central (sangre venosa central). En el caso de catéteres centrales multilumen, la muestra se tomará del puerto distal.

Para la toma de las muestras se utilizarán jeringas previamente heparinizadas (BD Preset, BD Vacutainer Systems Preanalytical Solutions, Plymouth, UK). Las muestras serán procesadas siempre en el mismo gasómetro (AVL Ovi, Roche), en un tiempo máximo de 30 minutos después de tomadas.

La medición del gasto cardiaco (GC) se realizará con la técnica de termodilución, utilizando un monitor Datex Ohmeda CS 73, Helsinki, Finlandia, tomando como valor del GC el promedio de 3 mediciones, cada medición con un bolo de 10 cc de solución salina a temperatura ambiente. Se calculará el índice cardiaco (IC) mediante la siguiente fórmula: $IC = GC/SC$, en donde SC es el área de superficie corporal del paciente, que a su vez se calculará mediante la siguiente fórmula: $SC = (\text{peso} \times 4 + 7) / (\text{peso} + 90)$, en donde peso es el peso corporal del paciente en kilogramos. Las variables de transporte y consumo de oxígeno se calcularán mediante fórmulas estándar e incluyen contenido arterial y venoso de oxígeno, diferencia arteriovenosa de oxígeno e índice de consumo de oxígeno. Estas variables serán calculadas utilizando los valores de la $SvmO_2$ y de la $SvcO_2$ y se utilizarán las abreviaturas que se muestran en la Tabla I. Para el cálculo de los parámetros que lo requieran se utilizará el valor de hemoglobina reportado en los estudios de rutina diarios.

Para descartar la presencia de comunicaciones de izquierda a derecha se realizará un ecocardiograma transtorácico (Phillips Envisor 3 m).

Se analizará la relación entre el IC y las saturaciones venosas y la relación y concordancia entre las saturaciones venosas y entre las variables de transporte y consumo de oxígeno en todo el grupo y en los pacientes con choque cardiogénico y séptico.

Sistema de captación de la información

Se utilizará la Hoja de Recolección de Datos (anexo I) para capturar la información de cada paciente individual y una base de datos electrónica para concentrar la información de todos los pacientes, utilizando el paquete estadístico SPSS 12.0.

Análisis estadístico

Se utilizará estadística descriptiva para la presentación de los datos. Las variables numéricas se expresarán como promedio \pm desviación estándar y las nominales como porcentaje. Se utilizará estadística inferencial para la comparación de los datos, la prueba T de Student para grupos pareados o análisis de varianza en el caso de variables numéricas y la prueba X^2 para el caso de variables nominales. La fuerza de la relación entre la entre la SvmO₂ y la SvcO₂ se evaluará mediante el coeficiente de correlación de Spearman y la concordancia mediante el método de Bland-Altman. En todos los casos, un valor de $p < 0.05$ será considerado estadísticamente significativo. Se utilizarán los paquetes estadísticos SPSS 12.0 y Analyse-it.

RESULTADOS

Se estudiaron 29 pacientes, 9 del sexo femenino (31.03%) y 20 del masculino (68.97%), con edad promedio de 60.45 ± 16.91 años. Diecisiete cursaron con choque cardiogénico (58.62%) y 12 con choque séptico (41.38%). El promedio de la calificación en la escala APACHE II fue de 17.28 ± 6.61 puntos, la estancia promedio en la UCI de 18.34 ± 16.90 días y la mortalidad de 24.14% (7/29). La Tabla II muestra los datos demográficos y clínicos de los pacientes con choque cardiogénico y séptico. Estos últimos tuvieron mayor tiempo de estancia en la UCI y mayor mortalidad que los pacientes con choque cardiogénico, aunque la gravedad de la enfermedad fue similar.

Se realizaron 128 pares de mediciones simultáneas de la $SvmO_2$ y de la $SvcO_2$. Un par de mediciones fue excluido debido a que mostró valores desproporcionadamente altos, por lo que se analizan 127 pares de mediciones, 63 en pacientes con choque cardiogénico y 64 en sépticos.

La Tabla III muestra las diferencias entre los valores de las saturaciones venosas y de las variables de transporte y consumo de oxígeno para todo el grupo y para los pacientes con choque cardiogénico y séptico. Cuando se analizan todos los pacientes, hay diferencias estadísticamente significativas en todas las variables, sin embargo, estas diferencias son clínicamente significativas sólo para el índice de consumo de oxígeno ($IVmO_2 = 120.36 \pm 42.32$ mL/min/m² vs $IVcO_2 = 109.29 \pm 44.19$ mL/min/m², $p < 0.05$). En los pacientes con choque cardiogénico no se observan diferencias estadística ni clínicamente significativas en ninguna de las variables. En los pacientes con choque séptico hay diferencias estadísticamente significativas en todas las variables, pero clínicamente significativas sólo para el índice de consumo de oxígeno ($IVmO_2 = 119.13 \pm 48.25$ mL/min/m² vs $IVcO_2 = 99.64 \pm 49.72$ mL/min/m², $p < 0.05$).

Las saturaciones venosas de oxígeno son menores conforme disminuye el IC. La Tabla IV y la Figura 1 muestran el IC estratificado en 3 categorías y los promedios de las saturaciones venosas de oxígeno para cada categoría. En todos los casos hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. A pesar de ello, la fuerza de la relación entre estas variables es débil, ya que el valor de r es de 0.42 ($p < 0.05$) para la correlación entre el IC y la $SvmO_2$ y de 0.30 ($p < 0.05$) para la correlación entre el IC y la $SvcO_2$ cuando se analizan en

todo el grupo (Figura 2). La $SvcO_2$ muestra una buena correlación con la $SvmO_2$, con $r = 0.82$ ($p < 0.05$). La gráfica de Bland-Altman muestra buena concordancia entre las dos variables, con diferencias máximas de 0.2 a -0.15 puntos porcentuales (Figura 3). El $CvmO_2$ y el $CvcO_2$ tienen un comportamiento similar, con buena correlación, $r = 0.89$ ($p < 0.05$) y adecuada concordancia, con diferencias de 2.7 a -1.8 mL/dL (Figura 4). La $DavmO_2$ y la $DavcO_2$ también tienen adecuada correlación, con $r = 0.85$ ($p < 0.05$). Sin embargo, no tienen buena concordancia, ya que las diferencias son de 1.7 a -2.7 mL/dL, lo que representa hasta el 80% de diferencia entre los valores calculados, considerando que el valor normal de la $DavO_2$ es de 3 a 5 mL/dL (Figura 5). El índice de consumo de oxígeno tiene un comportamiento similar al de la $DavO_2$, es decir, tiene adecuada correlación pero mala concordancia. La r es de 0.81 ($p < 0.05$), pero las diferencias en la gráfica de Bland-Altman son de 80 a -80 mL/min/m², es decir, diferencias hasta del 80% del índice de consumo de oxígeno calculado (Figura 6).

En los pacientes con choque cardiogénico, la fuerza de la relación entre el IC y las saturaciones venosas mezclada y central de oxígeno es adecuada, con $r = 0.60$ ($p < 0.05$) para cada una de ellas (Figura 7). En este grupo de enfermos, las saturaciones venosas mezclada y central conservan correlación adecuada, con $r = 0.91$ ($p < 0.05$) y buena concordancia, con diferencias entre 0.13 a -0.14 puntos porcentuales (Figura 8). Para los contenidos venosos de oxígeno el comportamiento es similar, $r = 0.91$ ($p < 0.05$) y diferencias de 2 a -1.7 mL/dL en la gráfica de Bland-Altman (Figura 9). La $DavO_2$ en pacientes con choque cardiogénico, al igual que en todo el grupo de pacientes, muestra adecuada correlación, con $r = 0.93$ ($p < 0.05$), pero con pobre concordancia, ya que las diferencias son de 1.8 a -1.9 mL/dL (Figura 10). El índice de consumo de oxígeno se comporta de manera similar a las $DavO_2$, es decir, muestra adecuada correlación ($r = 0.86$, $p < 0.05$) pero mala concordancia, con diferencias de 36 a -50 mL/min/m² (Figura 11).

La figura 12 muestra la correlación entre el IC y las saturaciones venosas de oxígeno en los pacientes con choque séptico. El IC tiene una correlación positiva débil con la $SvmO_2$ ($r = 0.22$, $p = 0.08$) y una correlación negativa débil con la $SvcO_2$ ($r = -0.06$, $p = 0.62$). En este grupo de enfermos, las saturaciones venosas mezclada y central de oxígeno tienen buena correlación y

concordancia, con $r = 0.73$ ($p < 0.05$) y diferencias de 0.21 a -0.14 puntos porcentuales en la gráfica de Bland-Altman (Figura 13). Para los contenidos venosos de oxígeno, la $r = 0.90$ ($p < 0.05$) y las diferencias son de 2.6 a -1.6 mL/dL (Figura 14), lo que representa buena correlación y concordancia. La correlación entre la D_{avmO_2} y la D_{avcO_2} es buena, con $r = 0.75$ ($p < 0.05$), pero la concordancia es inadecuada, con diferencias de 1.5 a -2.6 mL/dL (Figura 15). El índice de consumo de oxígeno también muestra buena correlación, con $r = 0.81$ ($p < 0.05$), pero diferencias de 80 a -81 mL/min/m², lo que traduce una mala concordancia (Figura 16).

DISCUSION

El monitoreo y optimización de la perfusión tisular es un componente importante de la vigilancia y manejo del paciente con inestabilidad hemodinámica. Existen múltiples marcadores clínicos y bioquímicos de la perfusión tisular, entre los que se encuentra la $SvmO_2$ ^{5,7}. Desafortunadamente, la obtención de este marcador implica la colocación de un catéter de flotación en la arteria pulmonar para obtener muestras de sangre venosa mezclada, que generalmente se realiza sólo en la UCI e implica pérdida de tiempo para realizar el monitoreo. Esto resulta importante si se considera que la tendencia actual es la vigilancia y manejo tempranos de estos enfermos¹¹. Además, la colocación de dicho catéter implica los riesgos inherentes a la cateterización del corazón derecho².

Estos factores han alentado el uso de la $SvcO_2$ en sustitución de la $SvmO_2$ para realizar el monitoreo de la perfusión tisular⁶, con las ventajas de que puede obtenerse más rápidamente, ya que sólo se requiere sangre venosa obtenida a través de un catéter venoso central, el cual puede colocarse en el departamento de urgencias o en otra área del hospital y tiene menos riesgos que el catéter de flotación.

Algunos estudios han mostrado que los valores de la $SvcO_2$ son similares a los de la $SvmO_2$ y que ambos pueden considerarse equivalentes y utilizarse indistintamente (8-11). Sin embargo, otros han reportado falta de equivalencia entre los valores de ambas variables y no recomiendan la sustitución de la $SvmO_2$ por la $SvcO_2$ ^{14,16}.

El presente estudio evalúa la relación y concordancia de los valores de la $SvcO_2$ con los de la $SvmO_2$ en pacientes con inestabilidad hemodinámica secundaria a choque cardiogénico o séptico, con la finalidad de definir la utilidad de la $SvcO_2$ para el monitoreo de la perfusión tisular en estos enfermos. Encontramos que las saturaciones venosas de oxígeno (mezclada y central) tienen una correlación positiva débil con el IC cuando se analizan en todos los pacientes. Esta correlación se incrementa cuando se analiza en los pacientes con choque cardiogénico y disminuye e incluso se vuelve negativa entre la $SvcO_2$ y el IC en los pacientes con choque séptico. Esto ocurre posiblemente por el hecho de que el GC en los pacientes sépticos generalmente es normal o alto y ello no necesariamente significa que haya una perfusión tisular

adecuada. De hecho, los pacientes sépticos tienen hipoperfusión tisular a pesar de la hiperdinamia.

Las saturaciones venosas mezclada y central de oxígeno tienen adecuada correlación y concordancia entre sí cuando se analizan en todos los pacientes. Este comportamiento se mantiene en los dos subgrupos de pacientes, aunque la fuerza de la relación y la concordancia son mejores en los pacientes con choque cardiogénico. Estos resultados contrastan con los de Chawla y cols.¹⁴, quienes encontraron diferencias significativas entre los valores de ambas variables en pacientes médicos y quirúrgico, algunos de los cuales cursaron con choque cardiogénico.

Las variables de transporte de oxígeno (contenido venoso y diferencia arteriovenosa de oxígeno) muestran también adecuada correlación en todo el grupo y en ambos subgrupos. Sin embargo, la concordancia para la diferencia arteriovenosa de oxígeno no es adecuada, debido a que existen diferencias hasta del 80% entre los valores de la D_{avmO_2} y de la D_{avcO_2} . Esta discrepancia ocurre posiblemente por la forma como esta variable se calcula, en la cual es necesario utilizar los contenidos arterial y venoso de oxígeno. A su vez, el cálculo del contenido venoso requiere multiplicar el valor de la hemoglobina por una constante (cantidad de oxígeno disuelto en el plasma) y por la saturación venosa. Esta multiplicación tiene la particularidad de elevar exponencialmente el valor resultante, lo cual se refleja en el cálculo de la D_{avO_2} .

El índice de consumo de oxígeno también tiene buena correlación en todos los pacientes y en ambos subgrupos. Sin embargo, la concordancia no es adecuada, ya que al igual que con la D_{avO_2} , las diferencias entre los valores son de hasta 60% en los pacientes con choque cardiogénico y hasta 80% en los sépticos. En términos generales, el cálculo del índice de consumo de oxígeno realizado con la S_{vcO_2} subestima el valor calculado con la S_{vmO_2} . Las razones para ello son las mismas que las expresadas para la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Estos resultados son similares a los encontrados por Chawla y cols.¹⁴, quienes también documentan una subestimación del consumo de oxígeno por la S_{vcO_2} tanto en pacientes médicos como quirúrgicos.

Estos resultados permiten concluir que la $SvcO_2$ puede sustituir a la $SvmO_2$ para el monitoreo de la perfusión tisular en pacientes con inestabilidad hemodinámica cuando se utiliza como parámetro aislado, debido a que ambas variables tienen buena correlación y concordancia y a que las diferencias encontradas no son clínicamente significativas. Sin embargo, el cálculo de variables de transporte y consumo de oxígeno produce resultados completamente discordantes cuando se utiliza uno u otro parámetro. En general, la $SvcO_2$ subestima los valores calculados con la $SvmO_2$, por lo que no es recomendable su utilización para este fin.

CONCLUSIONES

1. El IC tiene una correlación positiva débil con las saturaciones venosas.
2. Las saturaciones y contenidos venosos mezclado y central tienen buena correlación y concordancia.
3. Las diferencias arteriovenosas y los consumos de oxígeno tienen buena correlación pero no concordancia.
4. El índice cardiaco no correlaciona con las saturaciones venosas mezclada y central en los pacientes sépticos.
5. La SvcO₂ puede sustituir a la SvmO₂ cuando se utiliza como parámetro único pero no cuando se utiliza para calcular parámetros de transporte de oxígeno.

ANEXOS

Tabla I. Abreviaturas, nomenclatura y definiciones de las variables gasométricas

Abreviatura	Nomenclatura	Definición
SvmO ₂	Saturación venosa mezclada de oxígeno	Saturación de oxígeno en sangre venosa mezclada
SvcO ₂	Saturación venosa central de oxígeno	Saturación de oxígeno en sangre venosa central
CvmO ₂	Contenido venoso mezclado de oxígeno	Contenido venoso de oxígeno calculado con la SvmO ₂
CvcO ₂	Contenido venoso central de oxígeno	Contenido venoso de oxígeno calculado con la SvcO ₂
DavmO ₂	Diferencia arteriovenosa mezclada de oxígeno	Diferencia arteriovenosa de oxígeno calculada con SvmO ₂
DavcO ₂	Diferencia arteriovenosa central de oxígeno	Diferencia arteriovenosa de oxígeno calculada con SvcO ₂
IvmO ₂	Índice de consumo mezclado de oxígeno	Índice de consumo de oxígeno calculado con SvmO ₂
IvcO ₂	Índice de consumo central de oxígeno	Índice de consumo de oxígeno calculado con SvcO ₂

Tabla II. Datos demográficos y clínicos.

	Todos	Cardiogénicos	Sépticos
Número de pacientes	29	17	12
Femenino	9 (31.03%)	4 (23.53%)	5 (41.67%)
Masculino	20 (68.97%)	13 (76.47)	7 (58.33%)
Edad (años)	60.45 ± 16.91	61.65 ± 16.27	58.75 ± 18.37
Choque cardiogénico	17 (58.62%)	-	-
Choque séptico	12 (41.38%)	-	-
Apache II	17.28 ± 6.61	17.24 ± 5.45	17.33 ± 8.24
Estancia en UCI (días)	18.34 ± 16.90	9.82 ± 16.41	30.42 ± 8.02
Mortalidad	7 (24.14%)	1 (5.88%)	6 (50%)

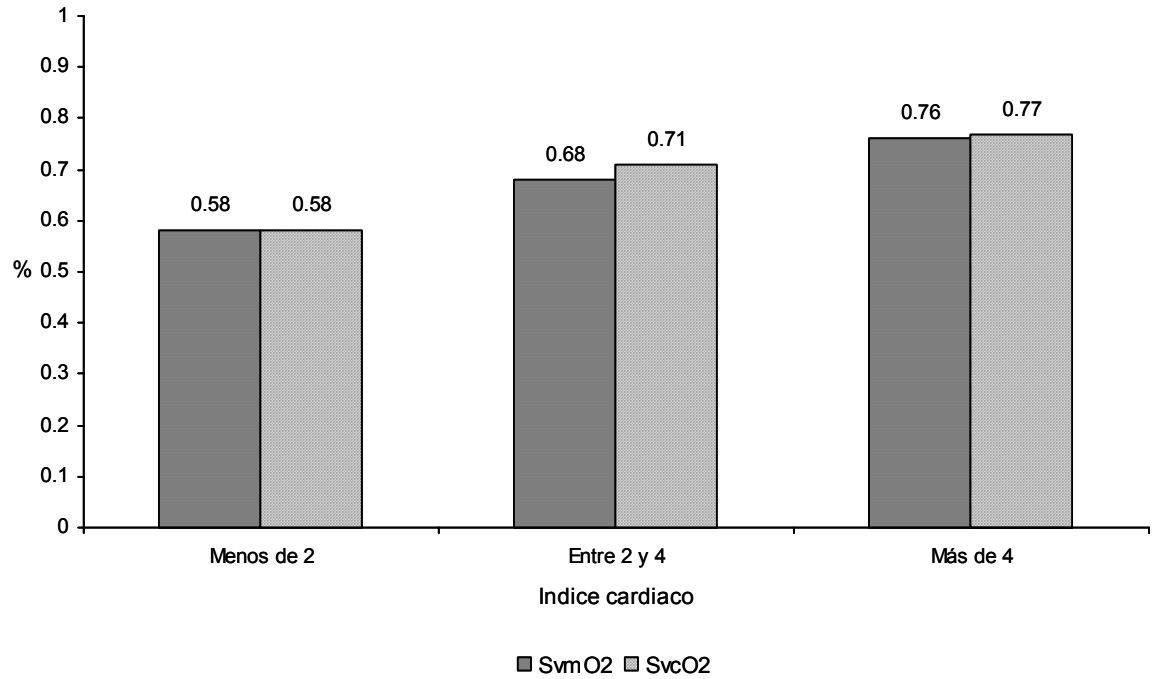
Tabla III. Diferencias entre los valores de las variables de transporte y consumo de oxígeno.

No. de mediciones	Todos		Cardiogénicos		Sépticos	
	X ± DE	P	X ± DE	P	X ± DE	p
	127		63		64	
SvmO ₂ (%)	0.68 ± 0.11	<0.05	0.67 ± 0.11	0.259	0.70 ± 0.10	<0.05
SvcO ₂ (%)	0.71 ± 0.10		0.67 ± 0.10		0.75 ± 0.09	
CvmO ₂ (mL/dL)	9.46 ± 1.89	<0.05	9.28 ± 1.56	0.222	9.64 ± 2.16	<0.05
CvcO ₂ (mL/dL)	9.86 ± 1.94		9.38 ± 1.55		10.34 ± 2.16	
DavmO ₂ (ml/dL)	4.02 ± 1.61	<0.05	4.33 ± 1.73	0.222	3.71 ± 1.44	<0.05
DavcO ₂ (mL/dL)	3.61 ± 1.56		4.23 ± 1.66		3.01 ± 1.17	
IVmO ₂ (mL/min/m ²)	120.36 ± 42.32	<0.05	121.62 ± 35.65	0.291	119.13 ± 48.25	<0.05
IVcO ₂ (mL/min/m ²)	109.29 ± 44.19		119.09 ± 35.54		99.64 ± 49.72	

Tabla IV. Relación entre índice cardiaco y las saturaciones venosas de oxígeno.

	Índice cardiaco (mL/min/m ²)			p
	<2.00	2.00 a 4.00	>4.00	
SvmO ₂	0.58 ± 0.05	0.68 ± 0.10	0.76 ± 0.09	<0.05
SvcO ₂	0.58 ± 0.08	0.71 ± 0.10	0.77 ± 0.10	<0.05

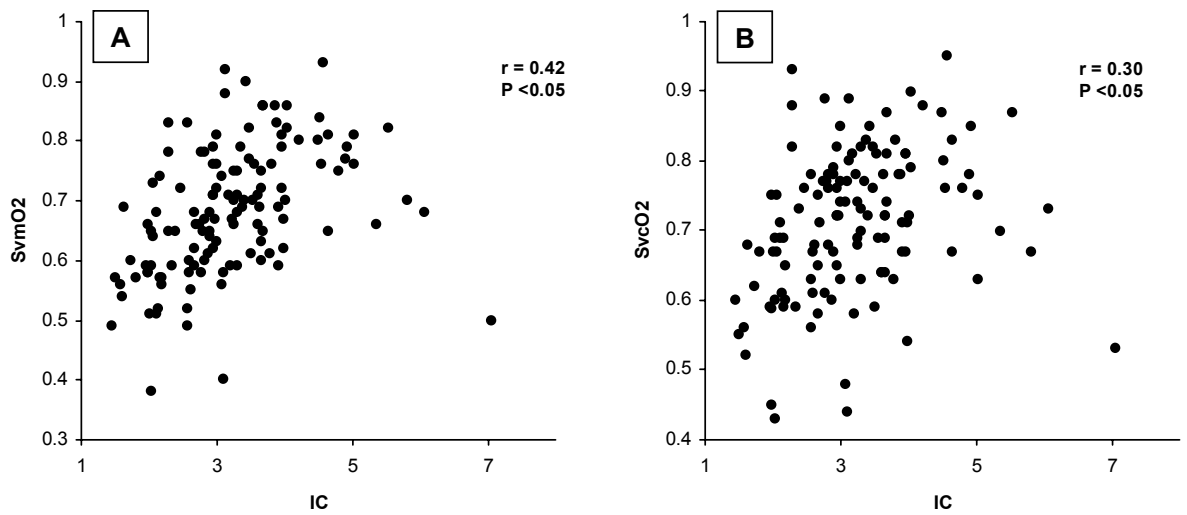
Fig. 1. Saturaciones venosas de acuerdo al IC



IC = Indice cardiaco.

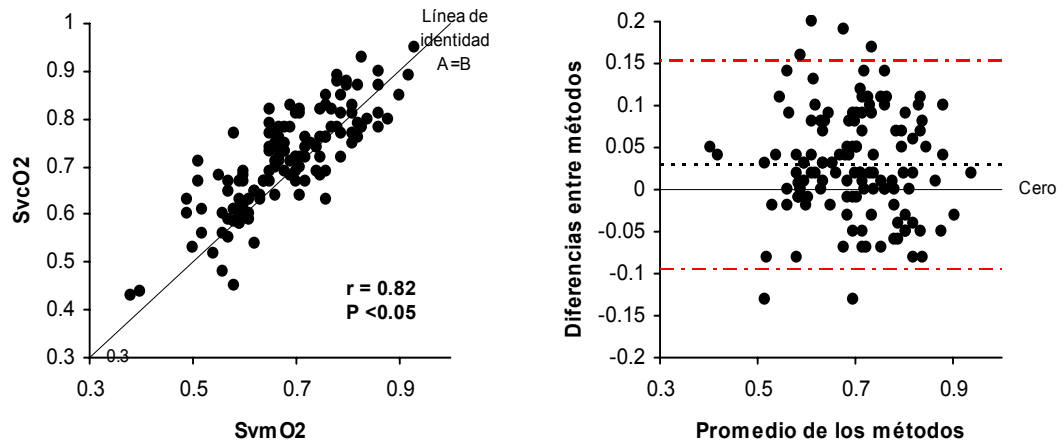
P < 0.05 para las diferencias entre las diferentes categorías de IC

Fig. 2. Diagramas de dispersión. A entre IC y SvmO₂ y B entre IC y SvcO₂



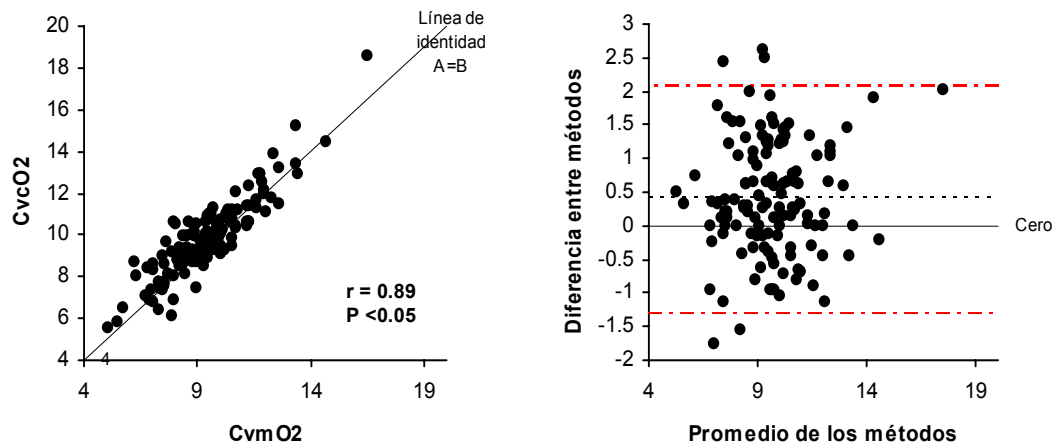
IC = Indice cardiaco, SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 3. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre SvmO₂ y SvcO₂



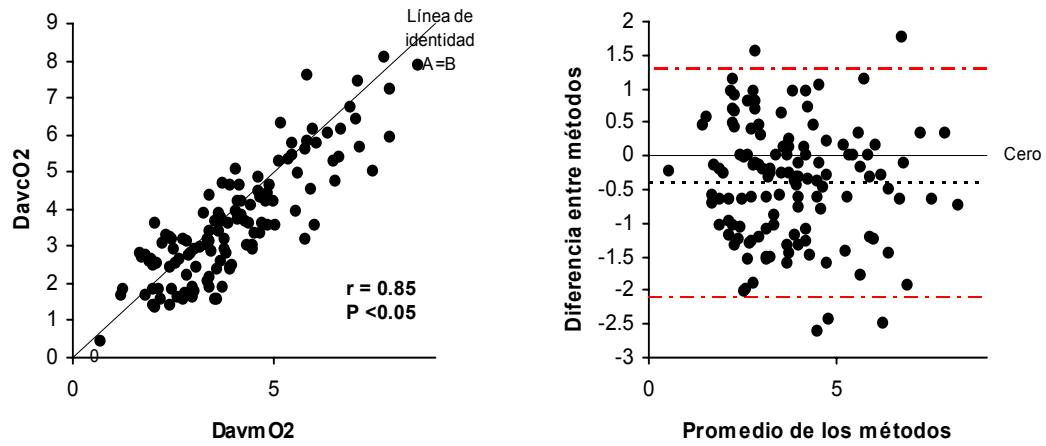
SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 4. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre CvmO₂ y CvcO₂



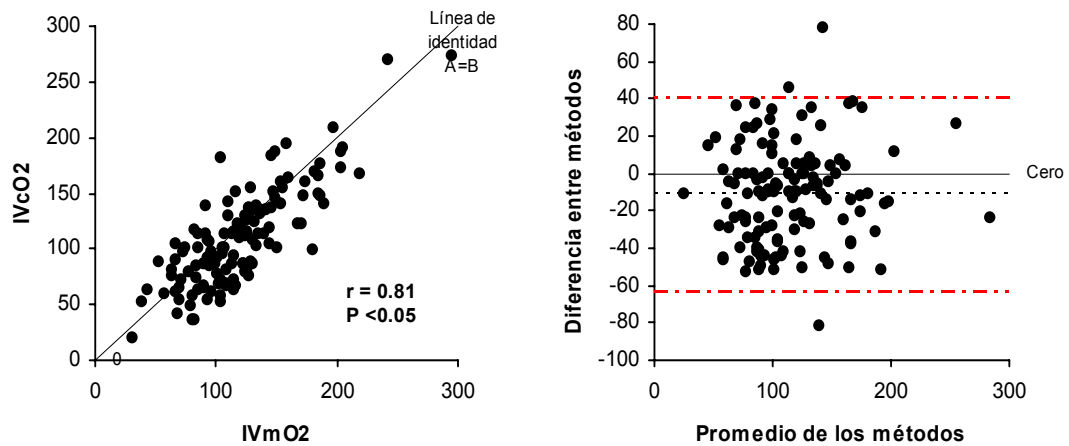
CvmO₂ = Contenido venoso mezclada de oxígeno, CvcO₂ = Contenido venoso central de oxígeno

Fig. 5. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre $DavmO_2$ y $DavcO_2$



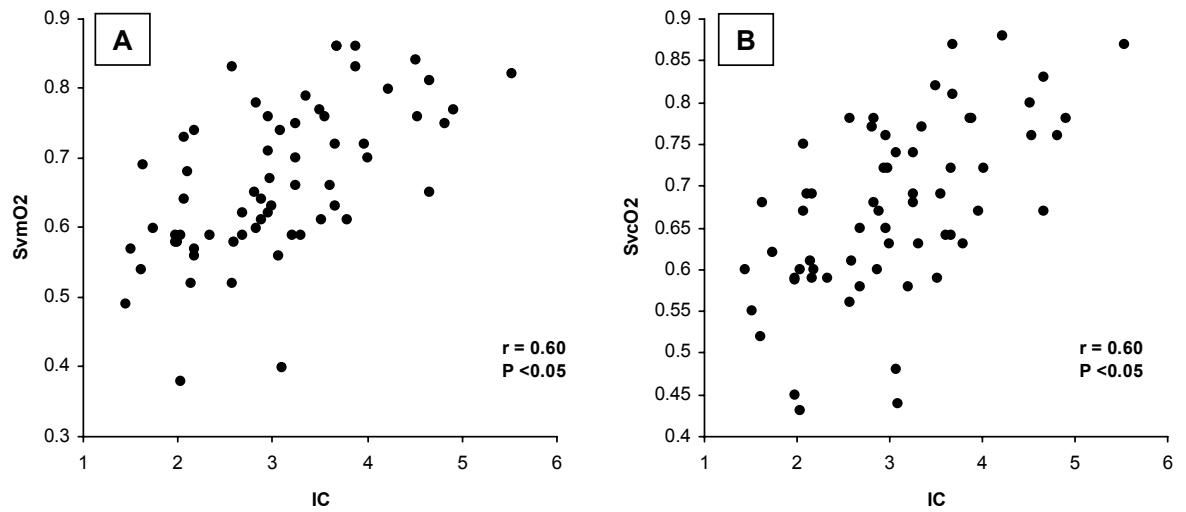
$DavmO_2$ = Diferencia arteriovenosa mezclada de oxígeno, $DavcO_2$ = Diferencia arteriovenosa central de oxígeno

Fig. 6. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre $IVmO_2$ e $IVcO_2$



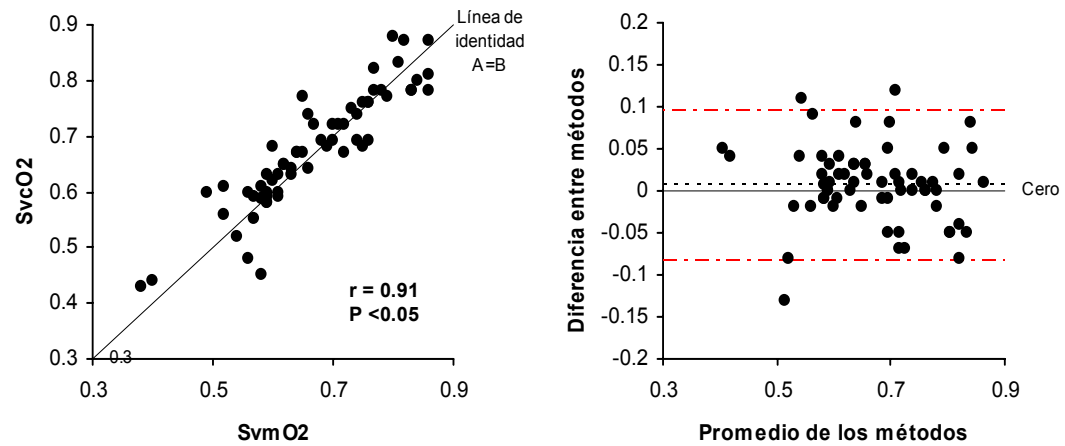
$IVmO_2$ = Índice de consumo venoso mezclada de oxígeno, $IVcO_2$ = Índice de consumo venoso central de oxígeno

Fig. 7. Diagramas de dispersión. A entre IC y SvmO₂ y B entre IC y SvcO₂ en pacientes con choque cardiogénico



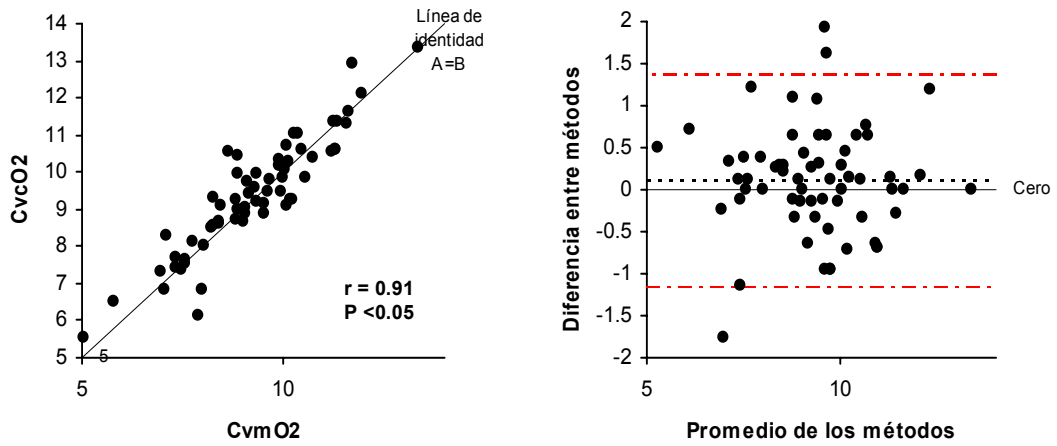
IC = Índice cardiaco, SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 8. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre SvmO₂ y SvcO₂ en pacientes con choque cardiogénico



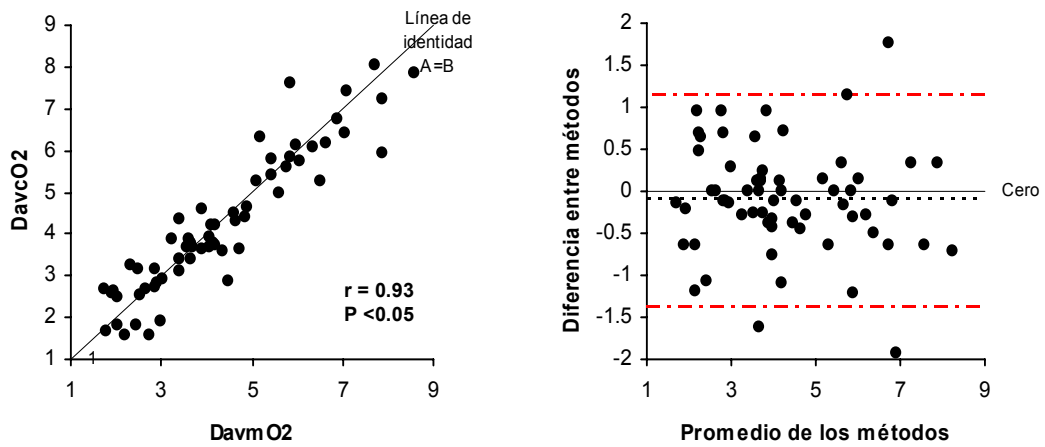
SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 9. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre CvmO₂ y CvcO₂ en pacientes con choque cardiogénico



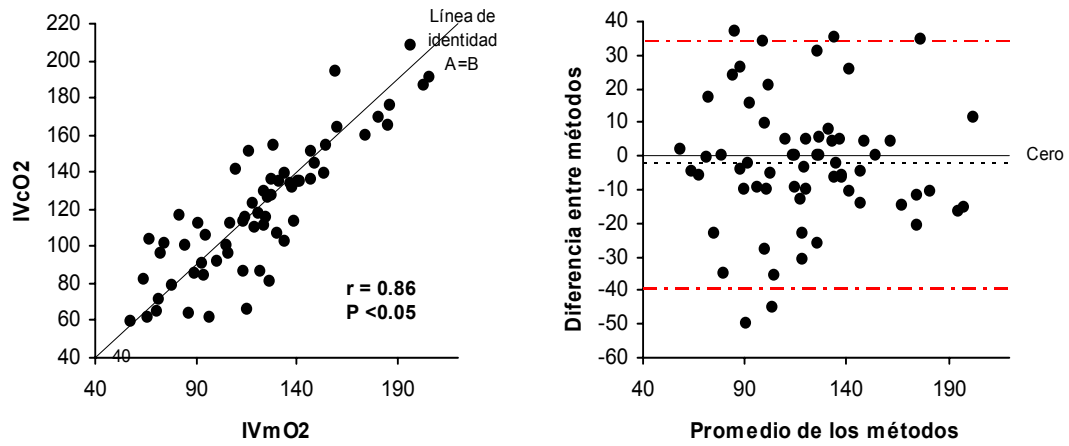
CvmO₂ = Contenido venoso mezclado de oxígeno, CvcO₂ = Contenido venoso central de oxígeno

Fig. 10. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre DavmO₂ y DavcO₂ en pacientes con choque cardiogénico



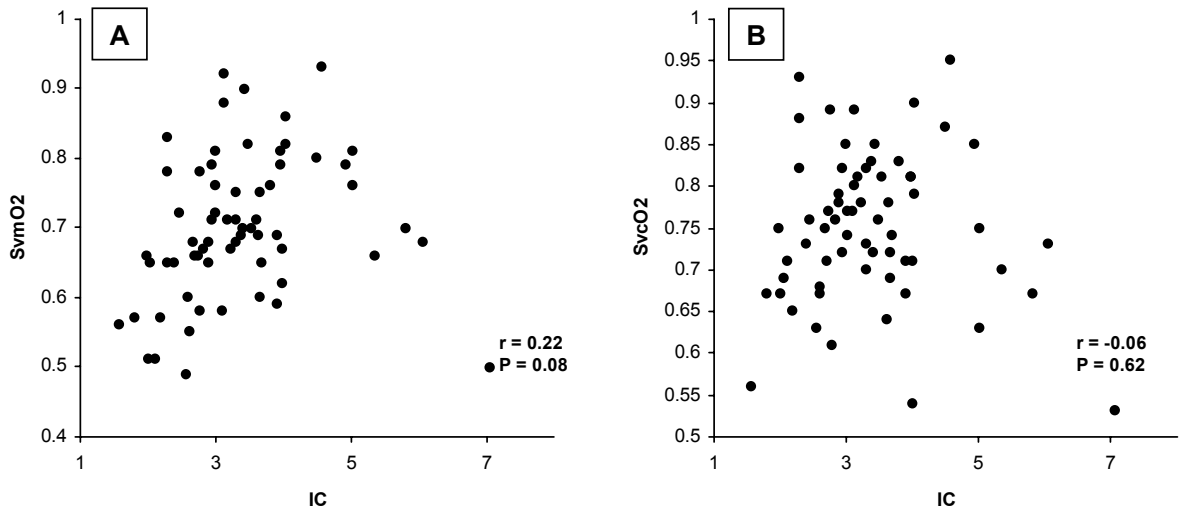
DavmO₂ = Diferencia arteriovenosa mezclada de oxígeno, DavcO₂ = Diferencia arteriovenosa central de oxígeno

Fig. 11. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre IVmO₂ e IVcO₂ en pacientes con choque cardiogénico



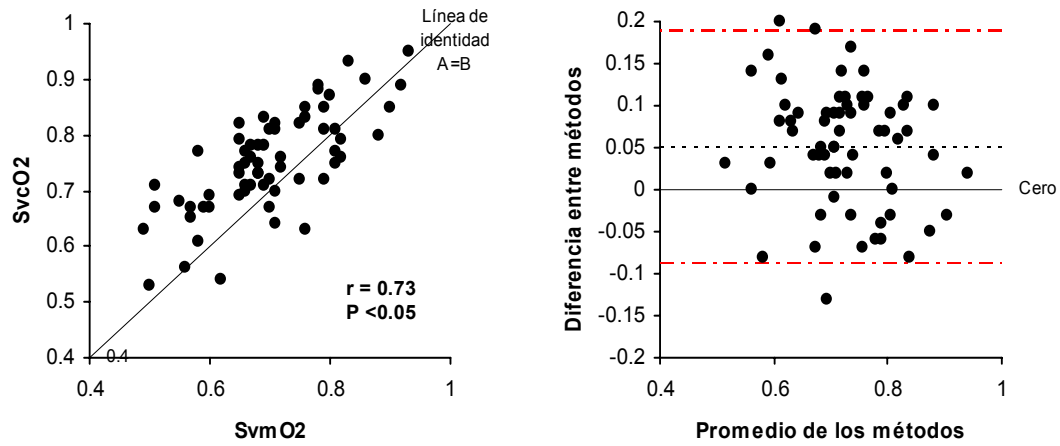
IVmO₂ = Índice de consumo mezclado de oxígeno, IVcO₂ = Índice de consumo central de oxígeno

Fig. 12. Diagramas de dispersión. A entre IC y SvmO₂ y B entre IC y SvcO₂ en pacientes con choque séptico



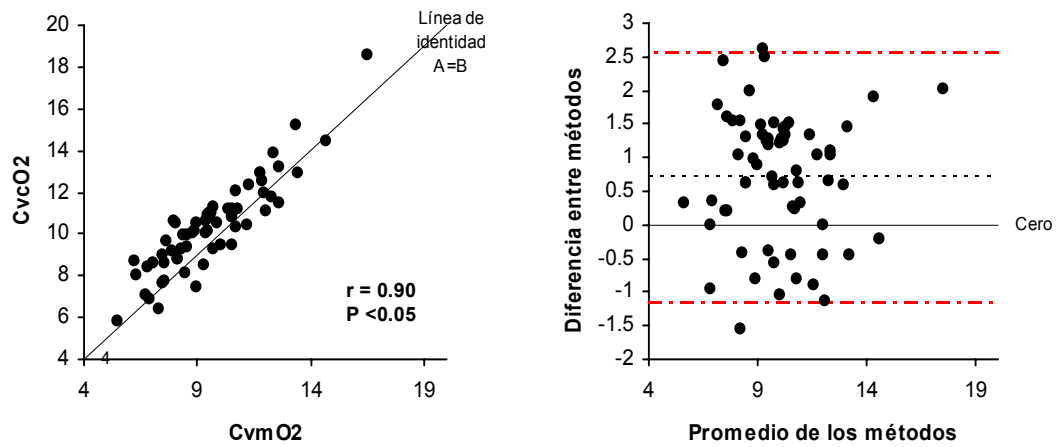
IC = Índice cardiaco, SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 13. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre SvmO₂ y SvcO₂ en pacientes con choque séptico



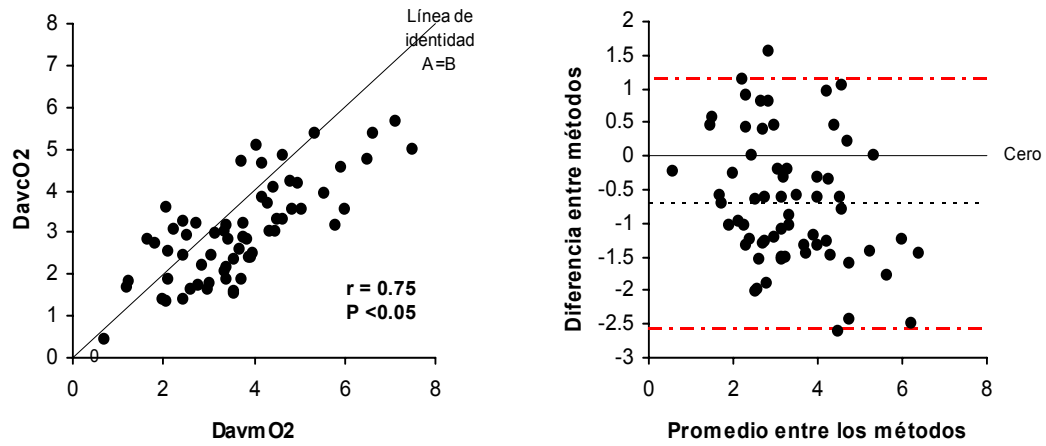
SvmO₂ = Saturación venosa mezclada de oxígeno, SvcO₂ = Saturación venosa central de oxígeno

Fig. 14. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre CvmO₂ y CvcO₂ en pacientes con choque séptico



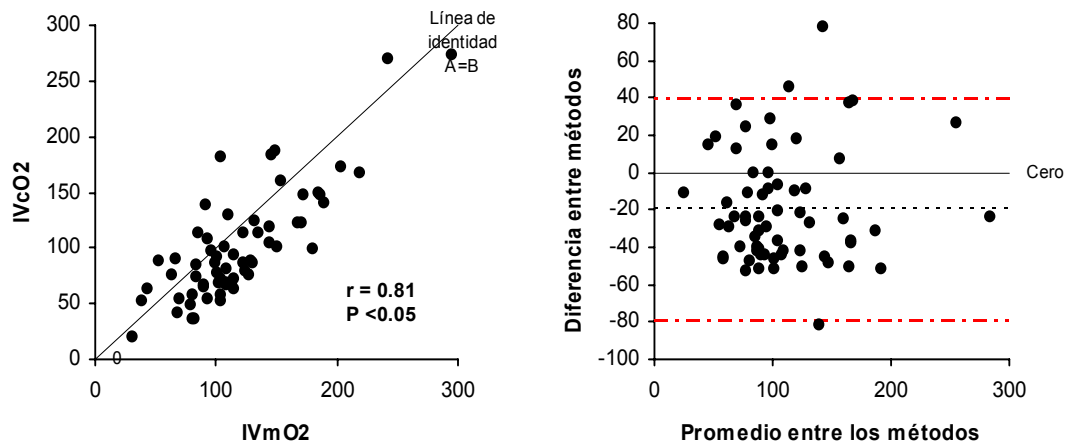
CvmO₂ = Contenido venoso mezclado de oxígeno, CvcO₂ = Contenido venoso central de oxígeno

Fig. 15. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre DavmO₂ y DavcO₂ en pacientes con choque séptico



DavmO₂ = Diferencia arteriovenosa mezclada de oxígeno, DavcO₂ = Diferencia arteriovenosa central de oxígeno

Fig. 16. Diagrama de dispersión y gráfica de Bland-Altman entre IVmO₂ e IVcO₂ en pacientes con choque séptico



IVmO₂ = Índice de consumo mezclado de oxígeno, IVcO₂ = Índice de consumo central de oxígeno

Unidad de Cuidados Intensivos
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
Secretaría de Salud

Aplicación Clínica de la Saturación Venosa Central de Oxígeno en Pacientes Hemodinámicamente Inestables

Hoja de Recolección de Datos

No. _____ Fecha ingreso: _____ Apache: _____ Edad: _____ Género: _____

Nombre: _____

Diagnóstico: _____ Tipo de choque: _____

Peso	PvmCO2	TAMP	DavcCO2
Hb	SvcO2	PVC	DavmCO2
Lactato	SvmO2	PCP	IDO2
FiO2	GC	SC	IVcO2
PaO2	FC	IC	IVmO2
PaCO2	TAS	CaO2	IVL
SaO2	TAD	CvcO2	ITVI
PvcO2	TAM	CvmO2	ITVD
PvmO2	TASP	DavcO2	IRVS
PvcCO2	TADP	DavmO2	IRVP
Estancia	Defunción		

BIBLIOGRAFIA

1. Hameed SM, Aird WC, Cohn SM. Oxygen delivery. *Crit Care Med* 2003; 31:658-67.
2. Weiniger CF, Ginosar Y, Sprung CL, et al. Arterial and pulmonary catheters. *Crit Care Med*. Parrillo-Dellinger, Segunda Edición, Editorial Mosby, Pág: 36-63.
3. Bloss F, Reinhart H. Venous oximetry. *Int Care Med* 2005; 31:911-3.
4. Jain A, Shroff SG. Relation between mixed venous oxygen saturation and cardiac index. *Chest* 1999; 6:1403-9.
5. Vaughn S, Puri VK. Cardiac output changes and continuous mixed venous saturation measurements in the critically ill. *Crit Care Med* 1988; 16:495-8.
6. Dickens JJ. Central venous oxygenation saturation monitoring: a role for critical care? *Curr Anaesth Crit Care* 2004; 15:378-82.
7. Krafft P, Stelzer H, Heismayr M, et al. Mixed venous oxygen saturation in critically ill septic shock patients. *Chest* 1993; 103:900-6.
8. Pearse RM, Rhodes A. Mixed and central venous oxygen saturation. *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine* 2005, Pág. 592-602.
9. Kremzar B, Marn AS, Kompan L, et al. Normal values of SvO₂ as therapeutic goal in patients with multiple injuries. *Int Care Med* 1997; 23:65-70.
10. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy en critically ill patients. *N Engl J Med* 1995; 333:1025-32.
11. Rivers E, Nguyen B, Haystad S, et al. Early goal directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001; 345:1368-77.
12. Polonen P, Ruokonen E, Hippelainen M. A prospective randomized study of goal-oriented hemodynamic therapy en cardiac surgical patients. *Anesth Analg* 2000; 90:1052-9.
13. Reinhart K, Kuhn HJ, Hartog C, et al. Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. *Int Care Med* 2004; 30:1572-8.
14. Chawla L, Zia H, Gutiérrez G, et al. Lack of equivalence between central and mixed venous oxygen saturation. *Chest* 2004; 126:1891-6.
15. Reinhart K, Rudolph T, Bredle DL, et al. Comparison of central-venous oxygen saturation during changes in oxygen supply/demand. *Chest* 1989; 95:1216-21.
16. Turnaoglu S, Tugrul M, Camci E, et al. Clinical applicability of the substitution of mixed venous oxygen saturation with central venous oxygen saturation. *J Cardioth Vasc Anesth* 2001; 15:574-9.